

## INDUCTION HEATING COIL

**Patent number:** JP53001339  
**Publication date:** 1978-01-09  
**Inventor:** KAMIMOTO YOSHIYUKI; AOKI TADAAKI  
**Applicant:** TOYO ALUMINIUM KK  
**Classification:**  
- **international:** C21D1/42; H05B5/08  
- **european:**  
**Application number:** JP19760075747 19760626  
**Priority number(s):** JP19760075747 19760626

Abstract not available for JP53001339

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

公開特許公報

昭53—1339

⑤Int. Cl.<sup>2</sup> 識別記号 ⑥日本分類 庁内整理番号  
H 05 B 5/08 67 J 51 7531—58  
C 21 D 1/42 10 A 715.2 6547—42

④公開 昭和53年(1978)1月9日  
発明の数 1  
審査請求 有

(全 5 頁)

④誘導加熱コイル

②特 願 昭51—75747

②出 願 昭51(1976)6月26日

⑦発 明 者 神本喜之  
奈良県北葛城郡香芝町大字狐井  
505番地10号

⑦発 明 者 青木忠昭

堺市中百舌町6丁目998番地6  
号

①出 願 人 東洋アルミニウム株式会社

大阪市東区南久太郎町4丁目25  
番地の1

⑦代 理 人 弁理士 深見久郎

明 細 書

1、発明の名称

誘導加熱コイル

2、特許請求の範囲

(1) 帯状金属材料の長手方向に対して相対的に変位して高周波誘導加熱するための誘導加熱コイルであつて、

少なくとも1回巻回されて前記帯状金属材料の幅方向に延びるように2個のコイル辺を形成し、かつ前記2個のコイル辺のうちの一方のコイル辺に近接して磁束集中部材が設けられた誘導加熱コイル。

(2) 前記磁束集中部材の帯状金属材料の幅方向へ延びている長さは、前記帯状金属材料の幅よりも大きく選ばれている、特許請求の範囲第(1)項記載の誘導加熱コイル。

(3) 前記磁束集中部材は前記一方のコイル辺の前記帯状金属材料と反対側を近接的に湾曲して圍繞して延び端面が前記帯状金属材料に向けられたような断面形状を有する磁性材料で構成された、

特許請求の範囲第(1)項記載の誘導加熱コイル。

(4) 前記コイルは多重に巻回された銅パイプから成る、特許請求の範囲第(1)項記載の誘導加熱コイル。

3、発明の詳細な説明

この発明は誘導加熱コイルに関するもので、特に金属材料(板、箔)の連続誘導加熱装置に適した誘導加熱コイルに関する。

周知の通り誘導加熱装置では導電性物質に近接してインダクタまたは加熱コイルを設ける。加熱コイルに交番磁界を発生せしめ、電磁誘導作用によつて前記導電性物質に渦電流Iを流す。この導電性物質に固有の電気抵抗Rによつて、導電性物質にはジュール熱 $I^2R$ が発生する。

従来から、金属帯材の焼鈍等においても誘導加熱装置が用いられている。このような金属帯材の加熱に対して誘導加熱方式を適用するための方法として、第1図の(1)に示される縦方向磁束加熱法(Longitudinal flux heating法)と第1図の(2)に示される直交方向磁束加熱法(Trans-

verse flux heating) とがある。しかし、縦方向磁束加熱法は磁性材料には応用できるがアルミニウム等の非磁性材料に用いることができない。このような欠点を解決するために開発されたのが第1図の(2)の直交方向磁束加熱法であり、1948年にウエスティングハウス(Westinghouse)社のロバート・エム・ベイカ(Robert M. Baker)によつて発明された。説明するまでもなくこの原理は周知である。

第2図は直交方向磁束加熱法によりアルミニウムのような金属帯材3を誘導加熱しているときの断面図とそのときの金属帯材に発生する2次電流 $i_2$ の方向とを示す。金属帯材3は相対向する断面「E」字形状の磁性材料、たとえばコア1および1(以下同じ)の間を矢符a方向に進む。磁束 $\Phi$ は、たとえば図示の矢符方向に発生されて、磁気回路を形成する。第2図(1)のように発生される磁束 $\Phi$ により、金属帯材3には第2図(2)に示されるような2次電流 $i_2$ または渦電流が発生される。この2次電流 $i_2$ により金属帯材3が加熱される。このよ

うに加熱されながら金属帯材3は矢符a方向に進行する。したがつて金属帯材3のほとんどの部分には、その幅方向に流れる2次電流によつてその長手方向に均一に加熱されることになるが、帯材3のエッジ部3aには、それに加えて、長手方向に流れる2次電流による加熱が加わる。この結果、エッジ部3aは過熱することになり、幅方向への均一加熱は困難になる。このことについて第3図(1)を参照してより詳細に説明する。第3図(1)は第2図の(2)の4を部分的に取り出して示したものであり、斜線部はコアに対応してその影響を受ける部分でありその目的で便宜上、コアと同じ符号1で示される。この第3図(1)は2次電流 $i_2$ の密度分布を示すものである。2次電流 $i_2$ の流れる経路はコア1によつて決定されるものであり、AからBへ流れる。この場合、2次電流 $i_2$ は必ずエッジ部Cに当りこの部分Cが過熱されることになる。これはエッジ部Cにおいて電流密度が上つていることと、熱伝導面積が中央部の半分であることとに起因する。

しかしこのような従来の方法であつても、第3図(2)に示すようにコア1の端部が帯材3より内部にあるようにコア1を配置すれば、ほぼ均一な加熱パターンが得られる。しかしながら、この場合は、第3図(2)に示す距離dが一定でなければならないという要求がある。したがつて、帯材3の幅が変化すればそれに適したコアを使用しなければならないというやつかいな問題に遭遇する。

以上のように、直交方向磁束加熱法による帯材の誘導加熱においては、帯材の幅方向の均一加熱が難しいということ、および同一の誘導加熱コイルで各種の幅や厚みを有する種々の帯材を均一加熱することが難しいということの2つの大きな欠点があつた。

それゆゑにこの発明の主たる目的は上述の欠点を解消して、幅および厚さの異なる帯材について常に均一加熱し得る誘導加熱コイルを提供することである。

この発明のその他の目的および特徴は図面を参照して行なう以下の詳細な説明からより一層明らか

かとなる。

この発明は、概説すれば、帯状の金属材料の長手方向に対して相対的に変位して高周波誘導加熱するための誘導加熱コイルであつて、この誘導加熱コイルは、少なくとも1回巻回されて前記帯状金属材料の横方向に延びるように2個のコイル辺を形成し、かつ前記2個のコイル辺のうちの一方のコイル辺に近接して設けられる磁束集中部材を備えたものである。

第4図はこの発明の一実施例の誘導加熱コイルの上面図(1)および側面断面図(2)を示す。この実施例の特徴は、帯状金属材料3の横方向または幅方向に延びるように2個のコイル辺2aおよび2bが形成されていることであり、かつ一方のコイル辺2aにのみ「コ」字形鉄心1が近接して配設され、かつ他方のコイル辺2bは宙に浮いたように配設されていることである。コイル2は銅パイプから成り多重巻きされている。このコイル2は交流電源に接続され、高周波誘導される。また、前記「コ」字形鉄心1は台5によつて支持される。さらに注

目すべきは、コア 1, 1' の幅が金属帯材の幅よりも大きく選ばれていることである。

第 5 図は、第 4 図の誘導加熱コイルを用いた場合の金属材料たとえばアルミニウムの帯材に流れる 2 次電流密度を示したものである。この 2 次電流の電流密度の分布に影響を与える因子は、高周波共振周波数( $f$ )、帯材の厚さ( $t$ )および、帯材 3 を挟んで相対抗するコア 1, 1' 間のギャップ ( $g$ , 第 4 図(2)参照)であることが知られている。そのような事実を裏付ける実験結果が第 6 図の(1)ないし(3)に示される。まず、第 6 図(1)は、厚さ( $t$ ) = 100  $\mu$ m で幅 500 mm のアルミニウム帯材を、コア 1 のギャップ  $g = 10$  mm で誘導加熱する場合 ( $t$  および  $g$  が一定の場合) の周波数  $f$  と材料幅方向の加熱パターンを示す。第 6 図(2)は、周波数  $f = 2.0$  kHz でかつコアのギャップ  $g = 10$  mm とした場合、つまり  $f$  および  $g$  を一定にした場合の  $t$  と材料幅方向の加熱パターンの関係を示す。さらに第 6 図(3)は、厚さ  $t = 100 \mu$ m、幅 = 500 mm、周波数  $f = 2.0$  kHz の場合、つまり  $t$  および

$g$  を適用することである。そのような好ましい値は次のとおりである。

$f$  の範囲 60 Hz ~ 10 kHz

$g$  の範囲 コアのスロット S (第 4 図(2)参照) よりも小さい値

$t$  の範囲 20  $\mu$  ~ 500  $\mu$

例 1: 厚さ 100  $\mu$ , 幅 500 mm のアルミニウム箔について第 4 図に示す構造の加熱コイル (コア幅 650 mm) を使い、また発振器はインバータ方式の 50 kW のものを用いる。このときの  $g$  は 10 mm で、 $f = 2.1$  kHz として、かつアルミニウム箔の速度は 40 m / 分である。このとき幅方向に赤外線放射温度計により温度測定を行なった結果が第 8 図(1)に示される。

例 2: 厚さ 100  $\mu$ , 幅 400 mm のアルミニウム箔について例 1 と同一条件で加熱を行なう。その結果第 8 図(2)に示すように幅方向に均一な加熱が得られた。

例 3: 厚さ 70  $\mu$ , 幅 500 mm のアルミニウム箔について例 1 と同一加熱コイルを用いて、 $g =$

$f$  が一定の場合の  $g$  と材料幅方向加熱パターンの関係を示す。

次にこの発明による特徴および効果を示す目的で、第 3 図との対比上第 3 図と同様な態様で示された 2 次電流の電流密度を第 7 図に示す。この第 7 図は、第 5 図の電流密度をコイル 2 およびコア 1 との関係上より明確に示したものである。第 7 図において、金属帯材 3 に流れる 2 次電流  $i_2$  の電流密度はコア 1 の真下の部分 A のみ高くなり、コアの無い部分 B は磁束がほとんど帯材 3 に入らないので電流  $i_2$  の密度は非常に低い。このため、発熱は部分 A でのみ起こり、部分 B では起らない。さらに、この発明によれば帯材 3 のエッジ部 C がコアの内部に設けられているにも拘らずエッジ部 C においても第 3 図において示されたような過熱現象の発生が極めて少なく、常に均一加熱することが可能なことが理解されよう。

次に、この発明のより好ましい具体的な例を示す。より好ましい条件は、処理すべきアルミニウムの厚さ( $t$ )に適した共振周波数( $f$ )とコアのギャッ

6 mm,  $f = 2.1$  kHz に設定して加熱を行なったところやはり均一な加熱が得られた。アルミニウム箔移動速度は 40 m / 分である。

例 4: 厚さ 200  $\mu$ , 幅 500 mm のアルミニウム箔について例 1 と同一加熱コイルを用い、 $g = 16$  mm,  $f = 1.0$  kHz に設定して加熱を行なう。アルミニウム箔の移動速度は 30 m / 分であつた。幅方向について均一な加熱が得られた。また、この条件で厚さ 200  $\mu$ , 幅 450 mm のアルミニウム箔について加熱を行なつたところやはり均一な加熱が得られた。

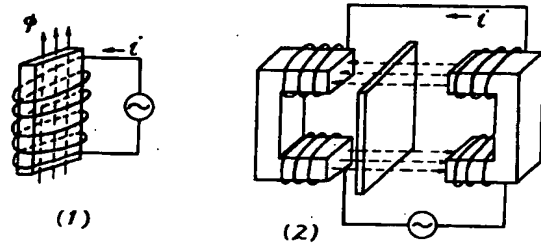
以上説明したように、この発明によれば、第 5 図に示すように、金属帯材に流れる 2 次電流の密度をコアの在る部分だけ高くすることにより、金属帯材のエッジ部での電流密度をギャップ( $g$ )および周波数( $f$ )を変えることにより制御できるようになつたので、同一加熱コイルで厚さおよび幅の異なる金属帯材の幅方向についての均一な加熱が可能になつた。この結果、①. 金属帯材の焼鈍、②. 金属帯材上の塗料の乾燥および焼付け、③. 金属

帯材と熱融着プラスチックフィルムとの熱融着、  
④. 金属帯材の表面処理、⑤. その他金属帯材の加熱に関する技術等に有利に応用することができる。

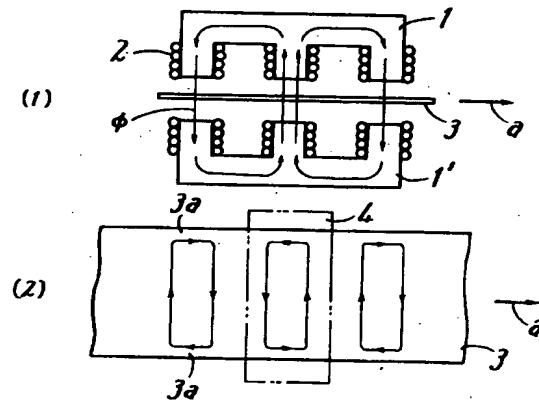
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来から用いられている2個の誘導加熱方法の原理図を示す。第2図は直交方向磁束加熱法により金属帯材を誘導加熱しているときの断面図と金属帯材に発生する2次電流とを示す。第3図は、第2図に示される従来の方法による金属帯材の2次電流分布の説明図である。第4図はこの発明の一実施例の誘導加熱コイルの平面図および側面断面図を示す。第5図はこの発明により発生する2次電流の分布を示す。第6図は、この発明による実験のデータを示す。第7図は第5図の2次電流の分布をより詳細に示す。第8図はこの発明の好ましい例の実験データを示す。

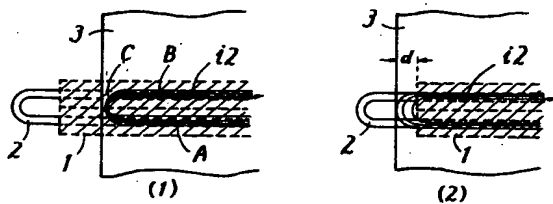
図において、1はコア、2はコイル、3は金属帯材を示す。



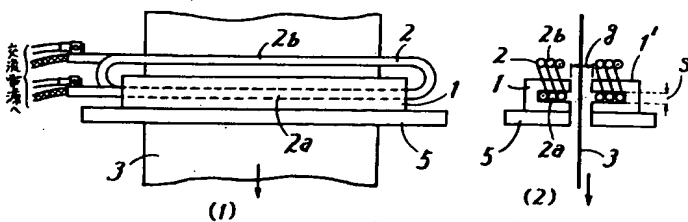
第1図



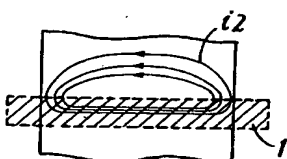
第2図



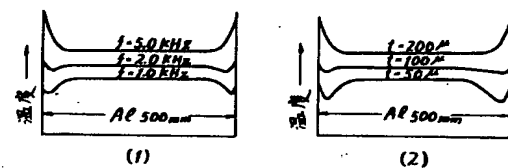
第3図



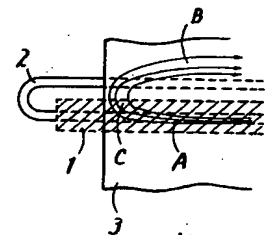
第4図



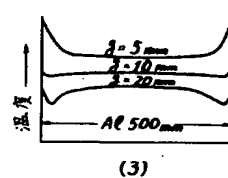
第5図



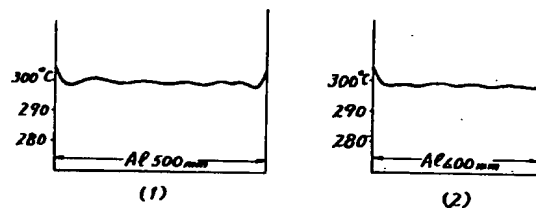
第6図



第7図



第6図



第8図

## 手 続 補 正 書

## 第 2 図

昭和52年5月19日

特 許 庁 長 官 殿

## 1. 事件の表示

昭和51年特許願第75747号

## 2. 発明の名称

誘導加熱コイル

## 3. 補正をする者

事件との関係

特許出願人

住 所 大阪市東区南久太郎町4丁目25番地の1

名 称 トヨタ  
東洋アルミニウム株式会社

代表者 根 本 義

## 4. 代 理 人

住 所 大阪市北区南森町11番地 八千代第一ビル

電話 大阪(06)351-6239(代)

氏 名 弁理士(8474) 深 見 久 郎

## 5. 補正命令の日付 自発補正

## 6. 補正の対象 図 面

## 7. 補正の内容 第2図を別紙のとおり訂正する。以 上

